

## ARTIKEL PENELITIAN

## Pengaruh Jenis dan Volumetrik *Fiber* terhadap Kekuatan Transversal Reparasi Plat Resin Akrilik

Pramudya Aditama\*, Siti Sunarintyas\*\*, dan Widjijono\*\*

\*Bagian Prostodonsia, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

\*\*Bagian Biomaterial, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

\*JI Denta No 1, Sekip Utara, Yogyakarta, Indonesia; e-mail: pramudyaaditama@ugm.ac.id

### ABSTRAK

Resin akrilik merupakan bahan yang sering digunakan dalam pembuatan basis gigi tiruan. Kelemahan resin akrilik adalah mudah patah. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menambahkan *polyethylene* (PE) atau *glass fiber*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh jenis dan volumetrik *fiber* terhadap kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik. Penelitian ini menggunakan dua puluh lima plat resin akrilik kuring panas berukuran 65 x 10 x 2,5 mm. Subjek dipreparasi untuk membuat jarak 3 mm dan sudut bevel 45°. Subjek dibagi menjadi 5 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 5 subjek. Kelompok 1 (kontrol) tanpa penambahan *fiber*, kelompok II dengan penambahan 3,7% v/v PE *fiber*, kelompok III dengan penambahan 7,4% v/v PE *fiber*, kelompok IV dengan penambahan 3,7% v/v E-*glass fiber*, dan kelompok V dengan penambahan 7,4% v/v E-*glass fiber*. Seluruh plat direndam dalam air destilasi selama satu hari pada suhu 37°C. Pengujian kekuatan transversal plat resin akrilik dengan menggunakan *Universal Testing Machine* dan data yang didapat dianalisis menggunakan ANAVA dua jalur dengan tingkat kepercayaan 95%. Rerata kekuatan transversal (MPa) reparasi plat resin akrilik yang diperkuat *fiber*: 3,7% v/v PE *fiber* (67,77±3,34); 7,4% v/v PE *fiber* (80,37±8,42); 3,7% v/v E-*glass fiber* (96,72±5,43); 7,4% v/v E-*glass fiber* (109,44±4,98); sedangkan reparasi plat resin yang tidak diperkuat *fiber* menghasilkan kekuatan transversal 56,27±4,7 MPa. Hasil analisis menggunakan ANAVA dua jalur menunjukkan variabel jenis dan volumetrik *fiber* memberikan pengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ), sedangkan interaksi antara jenis dan volumetrik *fiber* tidak berpengaruh signifikan ( $p > 0,05$ ). Uji *post hoc* Tukey menunjukkan perbedaan signifikan ( $p < 0,05$ ) untuk seluruh kelompok perlakuan. Penambahan E-*glass fiber* dalam reparasi plat resin akrilik mampu meningkatkan kekuatan transversal lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan PE *fiber*. Peningkatan volumetrik *fiber* dapat meningkatkan kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik.

Maj Ked Gi Ind. Juni 2015; 1(1): hal 102-108

**Kata Kunci:** E-*glass fiber*, *polyethylene fiber*, volumetrik *fiber*, kekuatan transversal, reparasi akrilik

**ABSTRACT: Effect Of Type And Volumetric Fiber On Transverse Strength Of Acrylic Resin Plate Repair.** Acrylic resin is the most common denture base material. A disadvantage of acrylic resin is that it is easily fractured. One way to resolve this problem is by adding polyethylene (PE) or glass fibers. The purpose of this research is to find out about the effect of type and volumetric fiber on transverse strength of acrylic resin plate repaired. The experiment involved twenty five plates of heat cured acrylic with the dimensions of 65 x 10 x 2.5 mm. The specimens were prepared to create a 3 mm gap and 45° bevel. The subjects were divided into 5 groups; each group consisted of 5. Group I (control) was without fiber reinforcement, group II reinforced with 3.7% v/v PE fiber, group III reinforced with 7.4% v/v PE fiber, group IV reinforced with 3.7% v/v E-glass fiber, and group V reinforced with 7.4% v/v E-glass fiber. All plates were soaked in distilled water for one day at 37° C temperature. The plates were tested for transverse strength with Universal Testing Machine and all data obtained were analyzed with two way ANOVA at 95% confidence level. The mean of transverse strength (MPa) of the acrylic resin plate repair reinforced with fiber: 3.7% v/v PE fiber was (67.77±3.34); 7.4% v/v PE fiber (80.37±8.42); 3.7% v/v E-glass fiber (96.72±5.43); 7.4% v/v E-glass fiber (109.44±4.98); while the transverse strength of the acrylic resin plate with no fiber reinforced was 56.27±4.7 MPa. Two way ANOVA analysis shows that type and volumetric fiber had significant effect ( $p < 0.05$ ), while the interaction between type and volumetric fiber had no significant effect ( $p > 0.05$ ). Tukey post hoc test shows significant difference ( $p < 0.05$ ) for all groups. The addition of E-glass fibers in the acrylic resin plate repaired increased the transverse strength higher than that with PE fibers. The increase in volumetric fibers might improve the transverse strength of the acrylic resin plate repaired.

Maj Ked Gi Ind. Juni 2015; 1(1): hal 102-108

**Keywords:** E-*glass fiber*, *polyethylene fiber*, volumetric *fiber*, transverse strength, acrylic repair

### PENDAHULUAN

Pada tahun 2007, jumlah pengguna gigi tiruan di Indonesia mencapai 4,5% dari jumlah penduduk

dan mayoritas digunakan oleh penduduk yang berusia di atas 65 tahun. Gigi tiruan yang paling banyak digunakan adalah jenis gigi tiruan lepasan.<sup>1</sup>

Resin akrilik masih menjadi bahan pilihan dalam pembuatan plat gigi tiruan karena harganya relatif murah, mudah direparasi, proses pembuatannya mudah dan menggunakan peralatan sederhana, serta memiliki warna stabil dan mudah dipoles.<sup>2</sup> Masalah yang sering dijumpai pada pemakai gigi tiruan lepasan berbahan resin akrilik adalah fraktur atau patahnya plat gigi tiruan yang disebabkan oleh tekanan oklusal yang besar.<sup>3</sup>

Beberapa upaya untuk meningkatkan kekuatan reparasi plat gigi tiruan resin akrilik telah dilakukan, seperti modifikasi pada bahan plat gigi tiruan atau dengan menambahkan *fiber*.<sup>4</sup> Penggunaan *fiber* dalam resin akrilik telah dikembangkan secara luas. Hal ini dikarenakan *fiber* memiliki karakteristik antara lain: dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik resin akrilik, dapat meningkatkan kekuatan plat resin akrilik, bentuk *fiber* yang mudah digunakan, mudah dalam pengaturannya, dan memiliki sifat estetik yang baik.<sup>5</sup>

*Polyethylene fiber* terbuat dari pintalan gel *fiber* dengan kristalinitas yang sangat tinggi sekitar 95%-99%.<sup>6</sup> *Glass* plasma dingin pada *polyethylene fiber* mampu meningkatkan reaktifitas dan kemampuan *wetting* pada *fiber* sehingga dapat menghasilkan interaksi kimia dan fisik.<sup>7</sup> *Glass fiber* merupakan serat penguat yang paling sering digunakan. Keuntungan dari *glass fiber* adalah kekuatan, transparansi, dan harga yang relatif murah.<sup>8</sup> Bahan *glass fiber* dengan struktur yang searah memiliki kekuatan dan kelenturan dua kali lebih kuat dari bahan *polyethylene fiber*, namun *glass fiber* memiliki kekakuan yang kurang baik dan sering menunjukkan keretakan di permukaan.<sup>9</sup> Setiap bahan *fiber* memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga perlu diperhatikan sifat fisik bahan *fiber* yang ditambahkan pada plat gigi tiruan diantaranya adalah jenis *fiber* dan rasio *fiber*/matriks. Penentuan sifat fisik serta jumlah (volume) *fiber* yang tepat dalam resin akrilik mampu menghasilkan kekuatan yang lebih baik pada plat gigi tiruan resin akrilik.<sup>10</sup> *Fiber* yang ditempatkan secara benar dalam jumlah tepat dapat meningkatkan kekuatan gigi tiruan.<sup>11</sup>

Uji transversal merupakan simulasi distribusi tekanan yang diterima plat gigi tiruan di dalam rongga mulut. Kekuatan transversal yang tinggi dibutuhkan suatu material untuk tahan terhadap

tekanan pengunyahan yang dapat mengakibatkan deformasi permanen.<sup>12</sup> Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh jenis dan volumetrik *fiber* terhadap kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik. Penelitian ini telah mendapatkan kelaikan etik penelitian (*ethical clearance*) dari Unit Etika dan Advokasi FKG UGM nomor 722/KKEP/FGK-UGM/EC/2014.

## METODE PENELITIAN

Sampel akrilik berbentuk persegi panjang ukuran 65 x 10 x 2,5 mm dengan modifikasi kavitas pada bagian tengahnya berukuran 30 x 5 x 2 mm dibuat dari cetakan logam dengan bentuk (sesuai dengan sampel) yang ditanam dalam kuvet berisi adonan *gips plaster*, setelah gips mengeras kemudian diolesi dengan vaselin dan dibuat kontra model. Cetakan logam diambil setelah kontra model mengeras sehingga terbentuk ruang cetakan (*mould*). *Mould* yang terbentuk dan kontra model diolesi dengan CMS agar resin tidak melekat pada *gips*. Monomer dan polimer resin akrilik dicampur dalam *stellon pot* dengan perbandingan sesuai ketentuan pabrik, yaitu 23 gram polimer dan 10 ml monomer. Adonan resin akrilik dimasukkan ke dalam cetakan setelah mencapai fase *dough*. Kuvet di-press hingga *metal to metal contact* dan dibiarkan 1 jam agar stabilitas dimensi lebih baik.<sup>12</sup>

Kuvet beserta *press* diproses dalam air bersuhu 70°C selama 90 menit kemudian suhu dinaikkan sampai 100°C selama 30 menit. Setelah prosesing selesai, kuvet dibiarkan sampai mencapai suhu kamar. Plat resin akrilik diambil dan dihaluskan dengan amplas no 300, 600, dan 1000 kemudian diukur dengan *sliding caliper*. Subjek penelitian dibuat 25 buah untuk 5 kelompok perlakuan. Masing-masing batang uji dibagi menjadi 2 sama panjang dan diberi tanda dengan menggunakan pensil. Batang uji dipotong menggunakan *carborundum disc* dan dibuat jarak 3 mm pada tepi preparasi (batang uji yang telah terpotong menjadi 2 dikurangi masing-masing 1,5 mm pada tepi preparasi). Pada tepi preparasi dibuat sudut kemiringan 45° untuk menambah retensi reparasi. Batang uji yang telah siap disambung diletakkan ke dalam *mould* yang telah disiapkan berukuran 65 x 10 x 2,5 mm.

Untuk menghitung fraksi volumetrik *fiber* dalam plat resin akrilik yaitu dengan membandingkan volume *fiber* dengan volume sampel plat resin akrilik. Fraksi volumetrik untuk 5 lembar *polyethylene fiber* [(vol. 5 lembar *polyethylene fiber* /vol. Sampel) x 100% = (60/1625) x 100% = 3,7% v/v], fraksi volumetrik untuk 10 lembar *polyethylene fiber* [(vol. 10 lembar *polyethylene fiber* /vol. Sampel) x 100% = (120/1625) x 100% = 7,4% v/v], fraksi volumetrik untuk 1 bundel E-glass *fiber* [(vol. 1 bundel E-glass *fiber*/vol. Sampel) x 100% = (60/1625) x 100% = 3,7% v/v], fraksi volumetrik untuk 2 bundel E-glass *fiber* [(vol. 2 bundel E-glass *fiber*/vol. Sampel) x 100% = (120/1625) x 100% = 7,4% v/v].

Subjek penelitian dibagi menjadi 5 kelompok, masing-masing kelompok berjumlah 5 batang uji resin akrilik. Kelompok I: kontrol, plat resin akrilik polimerisasi panas direparasi dengan resin akrilik baru (polimerisasi panas) tanpa *fiber*. Kelompok II: plat resin akrilik polimerisasi panas direparasi dengan menempatkan 3,7% v/v fraksi volumetrik *polyethylene fiber* pada *mould* preparasi dilanjutkan aplikasi resin akrilik baru (polimerisasi panas). Kelompok III: plat resin akrilik polimerisasi panas direparasi dengan menempatkan 7,4% v/v fraksi volumetrik *polyethylene fiber* pada *mould* preparasi dilanjutkan aplikasi resin akrilik baru (polimerisasi panas). Kelompok IV: plat resin akrilik polimerisasi panas direparasi dengan menempatkan 3,7% v/v fraksi volumetrik E-glass *fiber* pada *mould* preparasi dilanjutkan aplikasi resin akrilik baru (polimerisasi panas). Kelompok V: plat resin akrilik polimerisasi panas direparasi dengan menempatkan 7,4% v/v fraksi volumetrik E-glass *fiber* pada *mould* preparasi dilanjutkan aplikasi resin akrilik baru (polimerisasi panas).

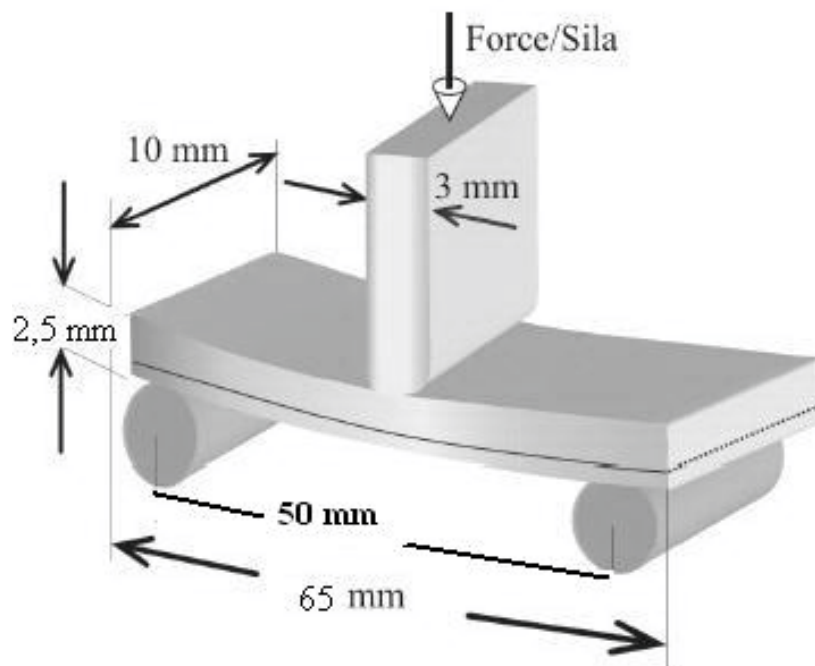
Pembuatan adonan resin akrilik polimerisasi panas dengan perbandingan antara monomer dan polimer adalah 1 cc: 2,3 g. Pada kelompok I (kontrol tanpa *fiber*), adonan yang telah mencapai fase *dough* langsung ditempatkan pada *mould* preparasi, kontra model ditutupkan dan dilakukan pengepresan. Kuvet beserta alat *press* direbus ke dalam air bersuhu 100°C selama 45 menit, setelah itu ditunggu hingga air menjadi dingin dalam suhu kamar kemudian batang uji yang telah direparasi

diambil, dirapikan eksekunya, dipoles. Pada kelompok II sebelum penempatan adonan resin akrilik terlebih dahulu diberikan bahan 5 lembar *polyethylene fiber* yang telah diberi selapis tipis adonan resin akrilik untuk menyatukan tiap lembar *fiber* kemudian ke dalam *mould* preparasi. Adonan resin akrilik yang telah mencapai fase *dough* ditempatkan pada *mould* preparasi, kontra model ditutupkan dan dilakukan pengepresan. Kuvet beserta alat *press* direbus ke dalam air bersuhu 100°C selama 45 menit, setelah itu ditunggu hingga air menjadi dingin dalam suhu kamar kemudian batang uji yang telah direparasi diambil, dirapikan eksekunya, dipoles. Pada kelompok III sebelum penempatan adonan resin akrilik terlebih dahulu diberikan bahan 10 lembar *polyethylene fiber* (2 susunan bersebelahan masing-masing susunan terdiri dari 5 lembar *fiber*) yang telah diberi selapis tipis adonan resin akrilik untuk menyatukan tiap lembar *fiber* kemudian ke dalam *mould* preparasi. Adonan resin akrilik yang telah mencapai fase *dough* ditempatkan pada *mould* preparasi, kontra model ditutupkan dan dilakukan pengepresan. Kuvet beserta alat *press* direbus ke dalam air bersuhu 100°C selama 45 menit, setelah itu ditunggu hingga air menjadi dingin dalam suhu kamar kemudian batang uji yang telah direparasi diambil, dirapikan eksekunya, dipoles. Pada kelompok IV sebelum penempatan adonan resin akrilik terlebih dahulu diberikan bahan 1 bundel E-glass *fiber* ke dalam *mould* preparasi. Adonan resin akrilik yang telah mencapai fase *dough* ditempatkan pada *mould* preparasi, kontra model ditutupkan dan dilakukan pengepresan. Kuvet beserta alat *press* direbus ke dalam air bersuhu 100°C selama 45 menit, setelah itu ditunggu hingga air menjadi dingin dalam suhu kamar kemudian batang uji yang telah direparasi diambil, dirapikan eksekunya, dipoles. Pada kelompok V sebelum penempatan adonan resin akrilik terlebih dahulu diberikan bahan 2 bundel E-glass *fiber* yang disusun bersebelahan ke dalam *mould* preparasi. Adonan resin akrilik yang telah mencapai fase *dough* ditempatkan pada *mould* preparasi, kontra model ditutupkan dan dilakukan pengepresan. Kuvet beserta alat *press* direbus ke dalam air bersuhu 100°C selama 45 menit, setelah itu ditunggu hingga air menjadi dingin dalam suhu

kamar kemudian batang uji yang telah direparasi diambil, dirapikan eksisnya, dipoles. Sebelum dilakukan uji kekuatan mekanik, sampel disimpan dalam inkubator dengan direndam di *aquadest* pada suhu 37°C selama 24 jam. Perendaman ini bertujuan untuk memperoleh kondisi yang sama dengan kondisi oral dan *equilibrium water sorption*.<sup>13</sup> Uji kekuatan trasversal dikerjakan dengan alat *universal testing machine*.

dan seiring dengan penambahan volumetrik *fiber* (lihat Tabel 1).

Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan nilai statistik 0,92 ( $p=0,15$ ). Uji homogenitas data kekuatan transversal dilakukan menggunakan *Levene's Test*. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai statistik 2,91 ( $p=0,067$ ). Pada uji ANAVA 2 jalur menunjukkan



Gambar 1. Skema Simulasi pengukuran kekuatan transversal pada batang uji

## HASIL PENELITIAN

Penelitian diawali dengan pembuatan sampel di Laboratorium Riset Terpadu FKG UGM kemudian dilanjutkan dengan pengujian kekuatan transversal di Laboratorium Bahan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik UGM. Pengujian kekuatan transversal terhadap sampel menunjukkan jika plat resin akrilik yang direparasi dengan penambahan *E-glass fiber* dengan volumetrik 7,4% v/v menghasilkan kekuatan transversal tertinggi dibandingkan kelompok subjek penelitian yang lain. Secara umum, rerata kekuatan transversal pada semua kelompok dengan variabel jenis dan volumetrik memperlihatkan adanya kecenderungan peningkatan kekuatan transversal. Peningkatan terjadi dari jenis *polyethylene fiber* ke *E-glass fiber*,

nilai  $F$  untuk variabel jenis *fiber* sebesar 123,39 dan untuk variabel volumetrik *fiber* sebesar 23,5 dengan masing-masing menunjukkan signifikansi ( $p<0,05$ ). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa variasi jenis dan volumetrik *fiber* memiliki pengaruh bermakna terhadap kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik. Interaksi antara variabel jenis dengan variabel volumetrik *fiber* menunjukkan pengaruh tidak bermakna ( $p>0,05$ ) terhadap kekuatan transversal (lihat Tabel 2).

Hasil analisis *post hoc Tukey* untuk seluruh kelompok dengan variasi jenis dan volumetrik menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kekuatan transversal dalam seluruh kelompok perlakuan ( $p<0,05$ ) (lihat Tabel 3).



**Tabel 1.** Rerata dan standar deviasi kekuatan transversal (MPa) reparasi plat resin akrilik yang diperkuat *fiber* dengan jenis dan volumetrik yang berbeda

Kelompok	N	Rerata	Standar Deviasi
Akrilik reinforced 3,7% v/v <i>polyethylene fiber</i>	5	67,77	3,34
Akrilik reinforced 7,4% v/v <i>polyethylene fiber</i>	5	80,37	8,42
Akrilik reinforced 3,7% v/v E-glass <i>fiber</i>	5	96,72	5,43
Akrilik reinforced 7,4% v/v E-glass <i>fiber</i>	5	109,44	4,98
Akrilik tanpa <i>fiber</i>	5	56,27	4,70

**Tabel 2.** Rangkuman hasil statistik *two way* ANOVA kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik yang diperkuat *fiber* dengan variabel jenis dan volumetrik

Variabel	db	F	p
Jenis	1	123,93	0,00
Volumetrik	1	23,50	0,00
Interaksi jenis-volume	1	0,001	0,98

**Tabel 3.** Rangkuman uji *Tukey* kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik yang diperkuat *fiber* dengan variabel jenis dan volumetrik

Kelompok	3,7% v/v PE	7,4% v/v PE	3,7% v/v E-glass	7,4% v/v E-glass	Tanpa <i>fiber</i>
3,7% v/v PE		-12,60*	-28,94*	-41,66*	11,51*
7,4% v/v PE			-16,34*	-29,06*	24,11*
3,7% v/v E-glass				-12,72*	40,45*
7,4% v/v E-glass					53,17*
Tanpa <i>fiber</i>					

\*= berbeda bermakna ( $p < 0,05$ )

Tabel 1 terlihat adanya perbedaan rerata kekuatan transversal antara plat resin akrilik yang diberikan penguat *fiber* dengan yang tanpa diperkuat *fiber*. Hal ini disebabkan karena *fiber* mampu mengurangi tekanan yang diterima oleh resin akrilik sebagai plat gigi tiruan yang mempunyai kelemahan mudah patah. Bahan *fiber* memiliki peranan terhadap sifat-sifat mekanik diantaranya adalah memiliki kekuatan dampak yang baik. Terdapat beberapa cara untuk meminimalkan tekanan yang dapat mengurangi fraktur suatu material diantaranya dengan mendistribusikan tekanan ke bahan yang memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi.<sup>12</sup>

Pada tabel 1 juga terlihat jika E-glass *fiber* memiliki rerata kekuatan transversal yang lebih

tinggi dari jenis *polyethylene fiber*. Hal ini dapat disebabkan karena adanya kandungan metal oksida pada E-glass *fiber*. Metal oksida seperti SiO<sub>2</sub> yang berfungsi seperti *filler* dalam sistem *fiber*. Kandungan *filler* dalam suatu sistem material dapat meningkatkan kekuatan mekanik dari suatu material, salah satunya kekuatan transversal.<sup>12</sup> Hal ini memperkuat alasan jika E-glass *fiber* menghasilkan kekuatan transversal yang lebih tinggi dibandingkan *polyethylene fiber*. Penambahan *fiber* dengan volumetrik 7,4% v/v menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan volumetrik 3,7% v/v baik pada jenis *polyethylene fiber* maupun jenis E-glass *fiber*. Penambahan jumlah *fibers* selain meningkatnya kekuatan dampak juga dapat meningkatkan kekuatan transversal dari resin polimetil metakrilat.<sup>14</sup> Fraksi volumetrik *fiber* dapat meningkatkan 65% kekuatan

konstruksi gigi tiruan cekat, dari penemuan ini maka dapat dikatakan jika 2 lembar *fiber* akan memberikan kekuatan transversal yang lebih tinggi dibandingkan 1 lembar *fiber*.<sup>15</sup>

Tabel 2 menunjukkan, berdasarkan analisis statistik, jenis *fiber* berbeda secara bermakna dimana *fiber* jenis E-glass menghasilkan kekuatan transversal yang lebih tinggi pada reparasi plat resin akrilik. Untuk meningkatkan adhesi, dalam penelitian ini dilakukan pengulasan cairan monomer pada permukaan *fiber*. Pembasahan *fiber* dapat meningkatkan kekuatan *fiber reinforced* dan adhesi polimer dengan *fiber*. Impregnasi cairan monomer pada *polyethylene fiber* dengan struktur anyaman lebih buruk dibandingkan pada E-glass *fiber* dengan struktur *unidirectional* sehingga kekuatan mekanik pada *polyethylene fiber* dengan struktur anyaman juga lebih rendah. Pada impregnasi cairan monomer yang baik pada *fiber*, kekuatan transversal dapat tereduksi karena gaya yang muncul dapat diteruskan ke seluruh permukaan matrik dengan baik.<sup>16</sup>

## PEMBAHASAN

Modifikasi permukaan *fiber* dengan menggunakan *silane* seperti yang terdapat pada E-glass *fiber* dapat meningkatkan adhesi antara *fiber* dan polimer sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik dari *fiber reinforced*.<sup>16</sup> Penggunaan *silane coupling agent* mengakibatkan E-glass *fiber* mampu berikatan dengan matriks resin akrilik. *Silane* memiliki gugus hidroksi yang dapat tertarik ke dalam gugus hidroksi pada permukaan E-glass *fiber*. Gugus *organo-functional* bereaksi dengan matriks resin dan membentuk ikatan yang kuat. *Silane* dapat berikatan dengan resin *polymethyl methacrylate*. *Silane* terhidrolisis menjadi *silanol* dan membentuk ikatan kovalen pada gugus  $\text{CH}_2$  *methyl methacrylate*. *Silanol* dapat membentuk ikatan kovalen dengan rantai polimer resin dan membentuk gugus organik.<sup>17</sup>

Penambahan *fiber* dengan volumetrik 7,4% v/v menghasilkan kekuatan transversal yang lebih tinggi. Pada benda homogen, penambahan volumetrik *fiber* akan menambah kemampuan mendistribusi tekanan dan menghasilkan resultan

gaya yang lebih kecil karena penyerapan tekanan yang lebih banyak. Pada penambahan *fiber* tekanan yang dihasilkan akan kecil sehingga mengakibatkan timbulnya kemampuan menahan perubahan bentuk yang berakibat fraktur.<sup>18</sup> Kekuatan dari *fiber reinforced composite* (FRC) dipengaruhi oleh volume *fiber*, kekuatan *fiber*, volume polimer matrik, dan kekuatan polimer matrik, sehingga kekuatan transversal akan berbanding lurus dengan volume *fiber* dengan ketentuan bentuk dan ukuran yang sama.<sup>19</sup> Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan transversal dipengaruhi oleh volumetrik *fiber*.

Analisis *post hoc* menunjukkan bahwa seluruh kelompok perlakuan berbeda secara bermakna ( $p < 0,05$ ). Plat resin akrilik tanpa *fiber* menunjukkan rerata paling rendah dibandingkan kelompok dengan penambahan *fiber*. Hal ini dikarenakan bahan *fiber* memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi sehingga lebih tahan terhadap tekanan dibandingkan dengan kelompok tanpa penguat *fiber*. Tekanan yang diterima plat resin terbagi oleh polimer dan *fiber*. Ellakwa dkk., pada tahun 2002 telah mengevaluasi pengaruh berbagai jenis *fiber* terhadap kekuatan transversal bahan resin, seluruh kelompok kontrol tanpa *fiber* menunjukkan kekuatan transversal yang lebih rendah.<sup>18</sup>

Pada penelitian ini terlihat jika plat resin akrilik yang direparasi tanpa tambahan *fiber* menghasilkan rerata kekuatan transversal di bawah 60 MPa. Kekuatan transversal yang harus dimiliki oleh bahan resin akrilik sebagai plat gigi tiruan dalam rongga mulut minimal adalah 60-65 Mpa,<sup>12</sup> sehingga penambahan *fiber* dalam reparasi plat resin akrilik dapat dijadikan pilihan. Kekuatan yang lebih tinggi dari standar minimal plat resin akrilik diperlukan karena kekuatan gigitan pada gigi anterior manusia dapat mencapai 132,748 MPa, sedangkan pada gigi posterior mencapai 237,169 Mpa,<sup>20</sup> sehingga penentuan jenis dan volumetrik *fiber* sebagai bahan penguat reparasi plat resin akrilik diperlukan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari plat resin akrilik.

## KESIMPULAN

Terdapat pengaruh jenis *fiber* terhadap kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik.

E-glass fiber meningkatkan kekuatan transversal lebih tinggi daripada *polyethylene fiber*. Terdapat pengaruh volumetrik *fiber* terhadap kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik. *Fiber* dengan volumetrik 7,4% v/v dapat meningkatkan kekuatan transversal reparasi plat resin akrilik lebih tinggi dibandingkan volumetrik 3,7% v/v baik pada jenis *polyethylene fiber* maupun jenis E-glass fiber.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIKTI melalui dana Beasiswa Unggulan tahun 2012.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Agtini MD. Persentase Pengguna Protesa di Indonesia. Media Litbang Kesehatan. 2010; 10(2): 50-58.
2. Nirwana I. Kekuatan Transversal Resin Akrilik Hybrid Setelah Penambahan Glass Fiber dengan Metode Berbeda. Dental Jurnal. 2005; 38(1).
3. El-Sheikh AM dan Al-Zahrani SB. Causes of Denture Fracture: A Survey. Saudi Dental Journal. 2006; 18(3): 149-154.
4. Colvenkar SS dan Aras MA. In Vitro Evaluation of Transverse Strength of Repair Heat Cured Denture Base Resins With and Without Surface Chemical Treatment. J Indian Prosthet Dent. 2008; 8(2): 87-93.
5. Jubhari EH. Penggunaan Jaring Penguat Sambungan untuk Memperbaiki Kekuatan Hasil Reparasi Lempeng Akrilik. 2003. Diakses dari <http://www.pdgi-online.com>. Diunduh 14 September 2013. 2008.
6. Mallick PK. Fiber Reinforced Composite: Material, Manufacturing, and Design. 3<sup>rd</sup> ed. France: CRC Press; 2008.
7. Junior AAG, Lopes MWV, Gaspar GS, dan Braz R. Comparative Study of Flexural Strength and Elasticity Modulus in Two Type of Direct Fiber-Reinforced System. Braz Oral Res. 2009; 23(3): 236-240.
8. Le Bell-Rönnlöf dan Anna-Maria. Fiber Reinforced Composites as Root Canal Posts. Turku Finland: 2007.
9. Van Heumen C. Fiber Reinforced Adhesive Bridges Clinical and Laboratory Performance. Thesis. Dutch: Radboud University Nijmegen. 2010. H.11-50.
10. Febriani M. Pengaruh Penambahan Serat pada Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik. Jurnal Ilmiah dan Teknologi Kedokteran Gigi. FKG UPDM(B). 2003; 129-132.
11. Narva KK, Lassila LVJ, dan Vallittu PK. The Static Strength and Modulus of Fiber Reinforced Denture Base Polymer. J Dent Mat. 2005; 21:421-428.
12. Anusavice KJ. Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi (terj.). 10<sup>th</sup> ed. Jakarta: EGC. 2004. H.98-99.
13. Power JM, Sakaguchi RL. Craig's Restorative Dental Materials. 12<sup>th</sup> ed. St. Louis: Elsevier. 2006. H.524.
14. Chen S, Liang W, dan Yen P. Reinforced of Acrylic Denture Base Resin by Incorporation of Various Fibers. Journal of Biomedical Material Research. 2001; 58(2): 203-208.
15. Callaghan DJ, Vaziri A, dan Nayeb-Hashemi H. Dental Material. 2006. H.84-93.
16. Vallittu PK. Interpenetrating polymer networks (IPNs) in Dental Polymers and Composite. J Adhes Sci Technol. 2009; 23(7-8): 961-972.
17. Van Noort. Introduction to Dental Materials. 3<sup>rd</sup> ed. St.Louis: Mosby Company; 2007.
18. Ellakawa AE, Shortall AC, dan Marquis PM. Influence of different techniques of laboratory construction on the fracture resistance of fiber reinforced composite bridges. J Contemp Dent Prac. 2004; (5)4: 1-13.
19. Alander P, Lassila LV, dan Vallittu PK. The Span Length and Cross-sectional design affect values of Strength. Dent Mater. 2005; 21: 347-353.
20. Houston TE. Bite Force and Bite Pressure: Comparasion of Human and Dogs. 2003. Diakses dari <http://www.glapbta.com/BFBP.pdf>. Diunduh 1 November 2014